



Department of Computer Science  
& Information Engineering

資 訊 工 程 系

# 人工智慧與邊緣運算實務

7.3

## 邊緣智慧案例實作 【人臉辨識】

雲端計算 (Cloud Computing)

訓練 / 推論 / 儲存



雲端伺服器  
Cloud Server

邊緣計算 (Edge Computing)

推論

非同步(可離線)

微量推論結果

深度學習模型

推論結果

AI 晶片

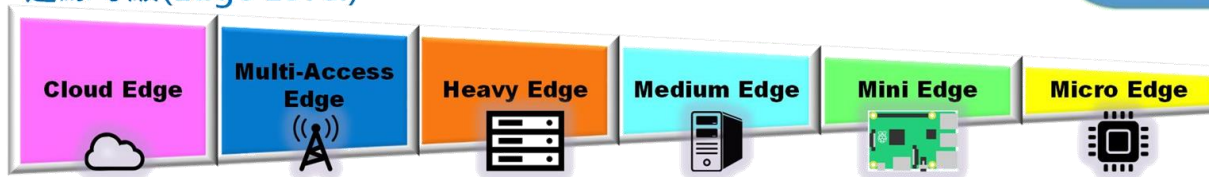
聲音 影像 感測器

低延遲

高隱私 低成本

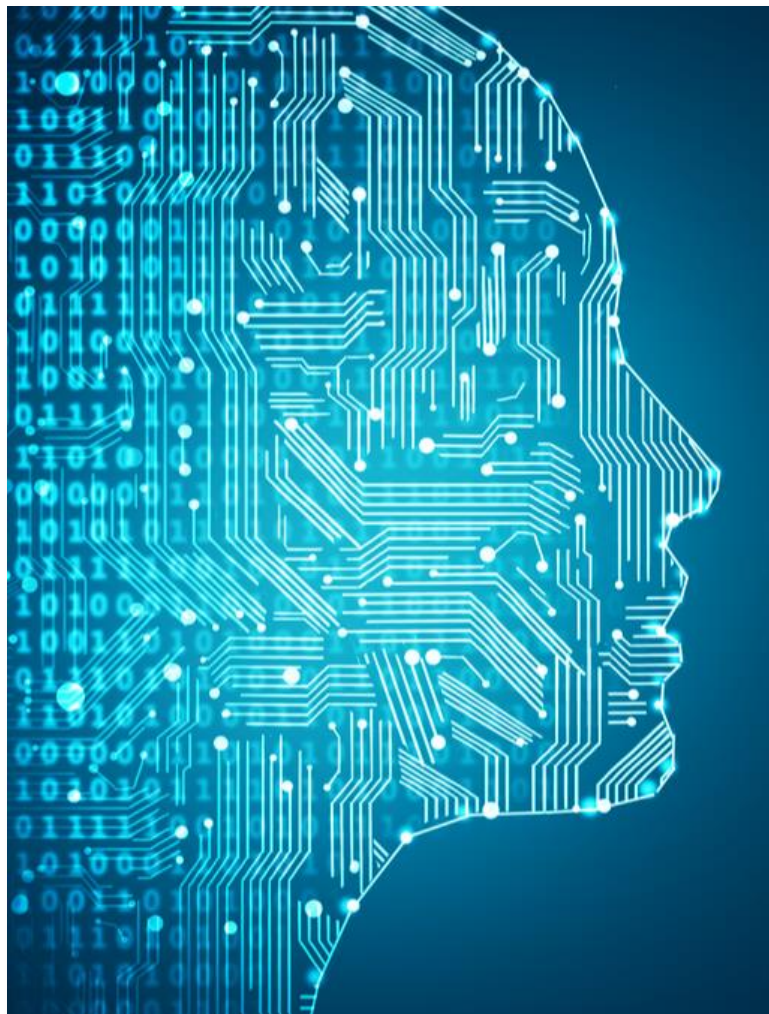
巨量通訊

邊緣等級(Edge Level)



資訊工程系 許哲豪 助理教授

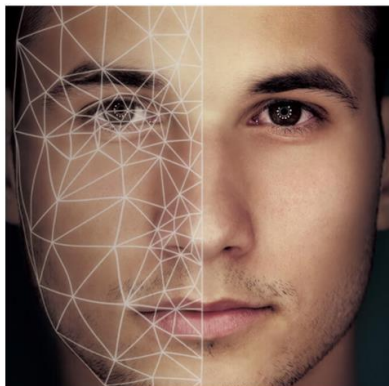
## 7.3 人臉辨識



- 基本介紹
- 評量方式
- OpenCV
- OpenVINO



# 人臉辨識應用領域



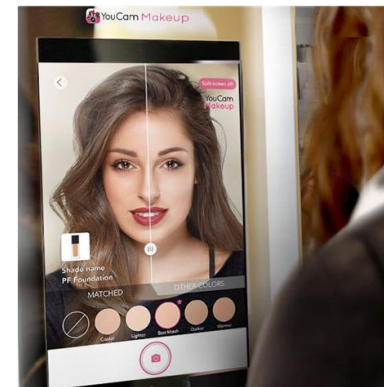
身份/性別/年齡辨識



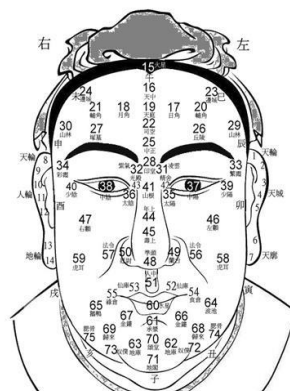
表情辨識/測謊



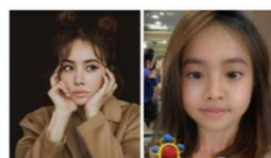
口罩偵測



虛擬彩妝



面相/行運/氣色



成年→兒童



女生→男生

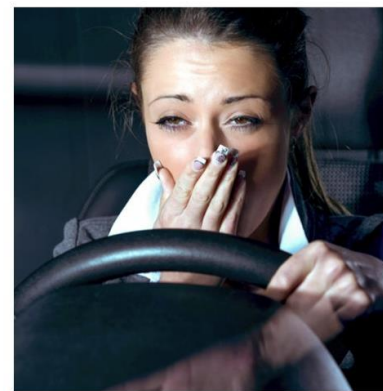


成年→老年

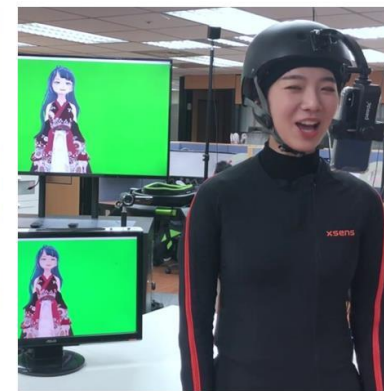


真實→卡通

趣味換臉



疲勞/眨眼/哈欠偵測



虛擬偶像/人機互動

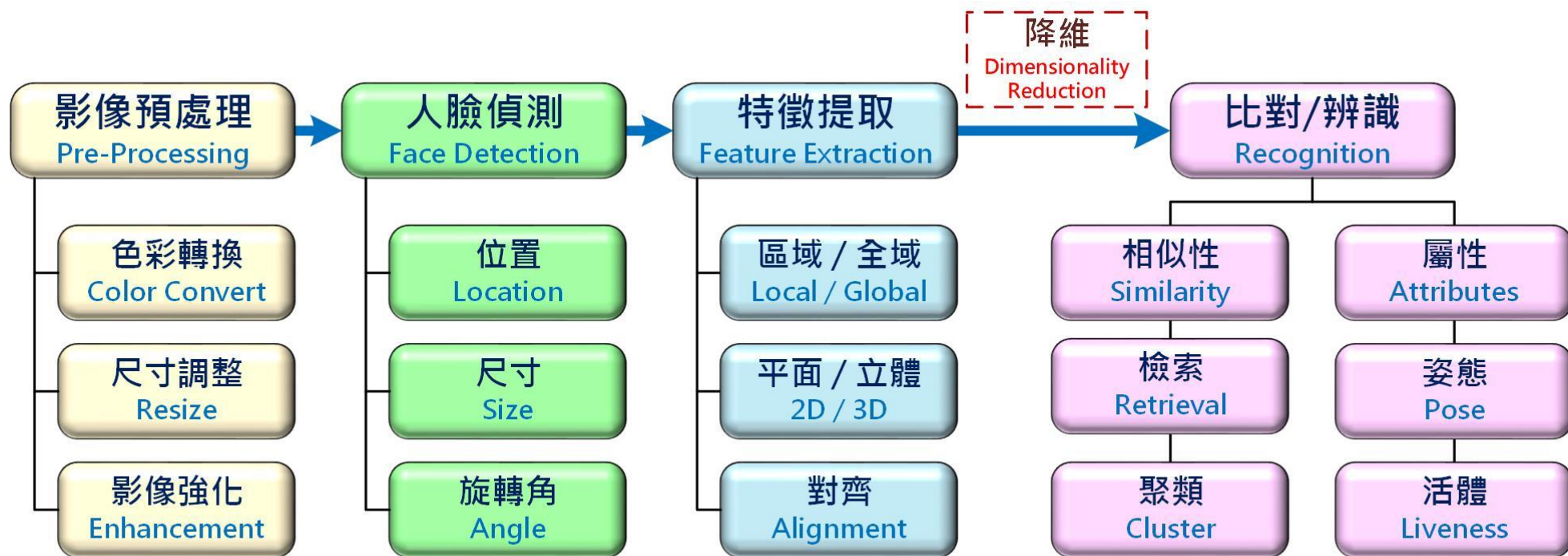
資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>

# 人臉辨識應用場景



圖片來源：<https://youtu.be/w28AGkE4pNo>

# 人臉辨識主要技術



OmniXRI Feb. 2021整理製作

資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>



# 人臉辨識技術發展

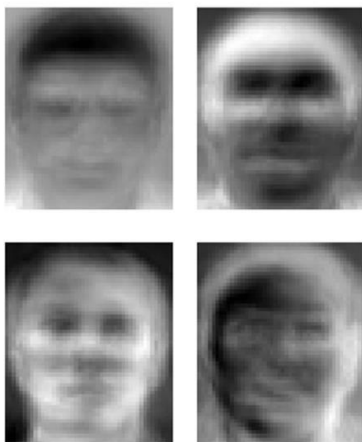
統計式

模板式

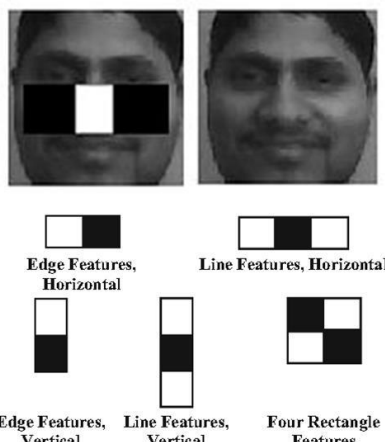
特徵式

外觀式

神經網路式



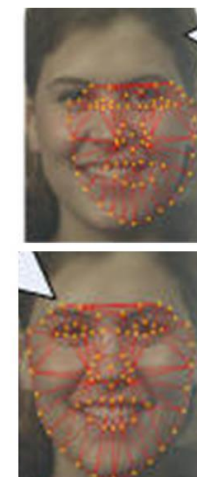
特徵臉  
Eigenface(PCA Based)  
Fisherfaces(LDA Based)



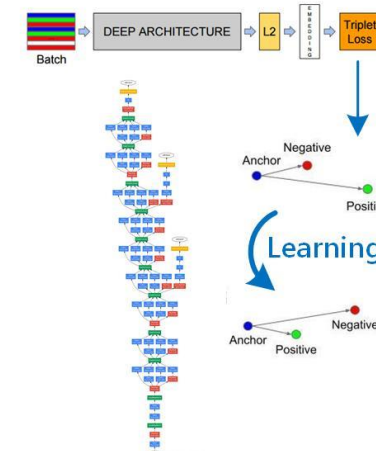
Viola-Jones聯級法  
Harr Features +  
Adaboost



主動形狀模型  
Active Shape  
Model



主動外觀模型  
Active Appearance  
Model

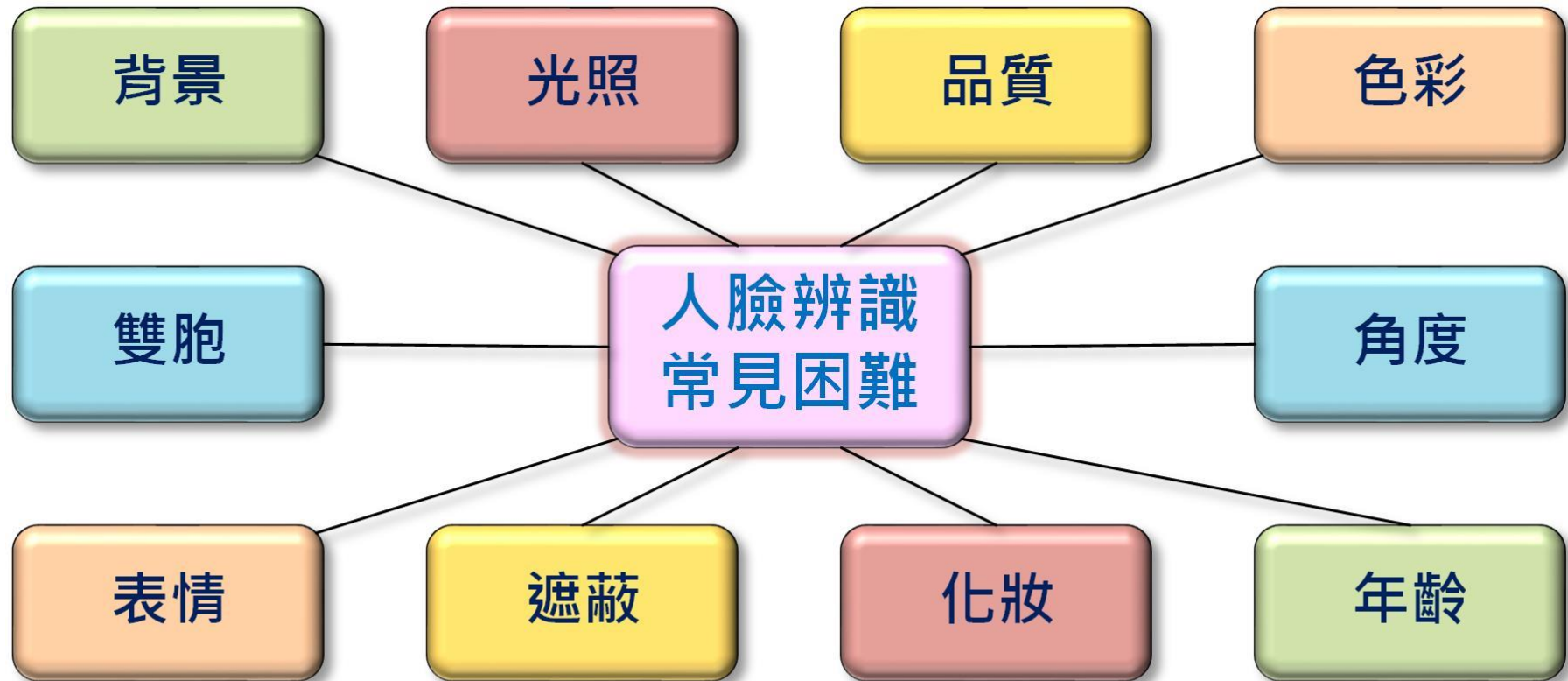


深度學習神經網路  
Google Facenet

OmniXRI Feb. 2021整理製作

資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>

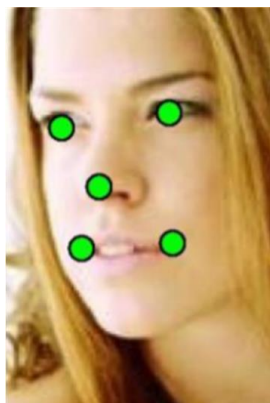
# 人臉辨識常見困難



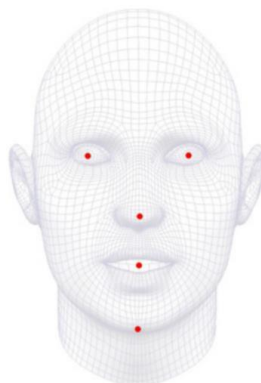
OmniXRI Feb. 2021整理製作

資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>

# 人臉特徵點(Facial Landmark)(1/2)



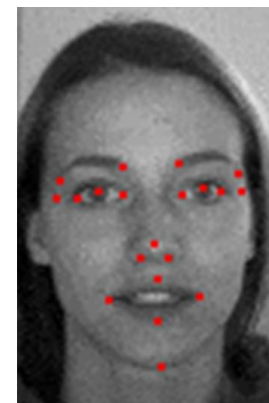
MTFL (5pt)



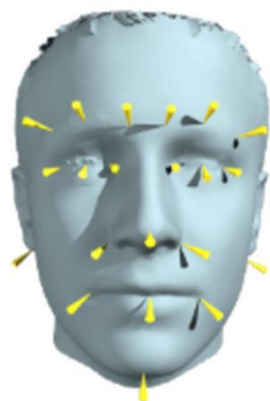
FRGC-V2 (5pt)



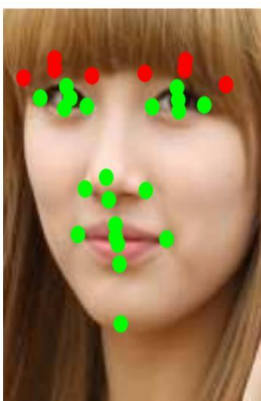
AFW (6pt)



BioID (20pt)



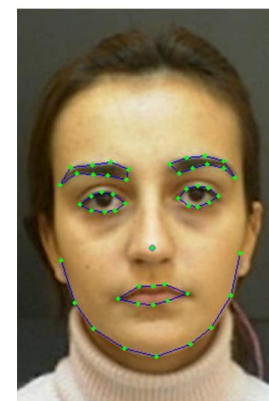
AFLW (21pt)



COFW (29pt)



LFPW (29/35pt)

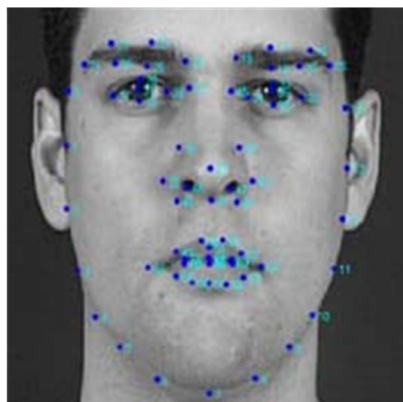


BUHMAP (52pt)

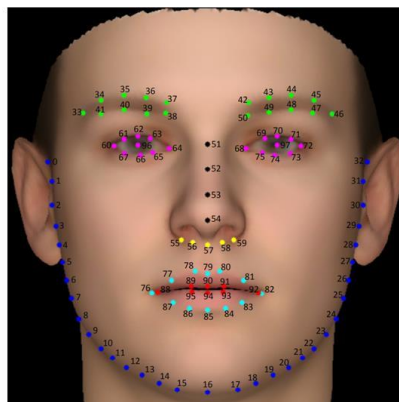
資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>



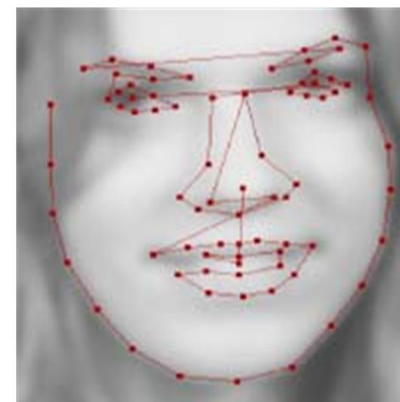
# 人臉特徵點(Facial Landmark)(2/2)



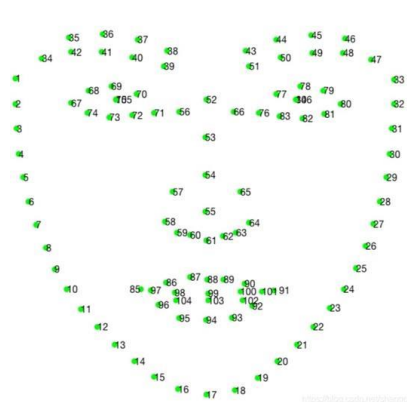
XM2VTS / 300W (68pt)



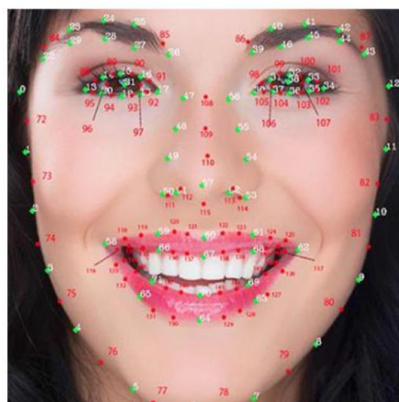
XM2VTS / 300W (68pt)



MUCT (76pt)



ICME (106pt)



Baidu (72/150pt)



Helen (192pt)

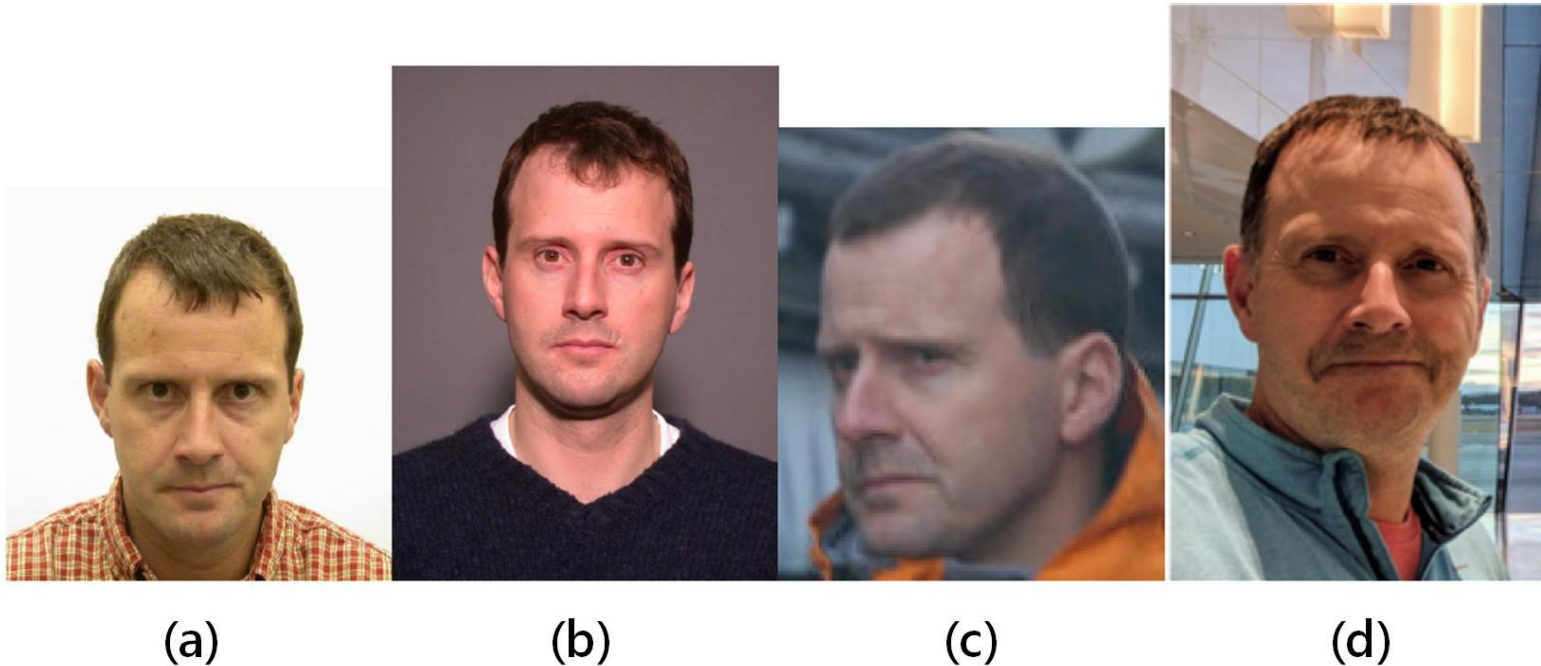
資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>

# 人臉辨識測試基準

The logo for the National Institute of Standards and Technology (NIST), consisting of the letters "NIST" in a bold, black, sans-serif font.

美國國家標準暨技術研究院 (NIST)  
人臉辨識供應商測試  
(Face Recognition Vendor Test, FRVT)

# FRVT測試集影像定義



(a)簽證照片(VISA) , (b) 嫌疑人照片(Mugshot) ,  
(c) 實境照(Wild) , (d)過境查驗照片(Border),  
(e)兒童照片(Child exploitation)



# FRVT人臉測試項目

**1 : 1**

- 單張對單張辨識

**1 : N**

- 單張於資料集中辨識及檢索

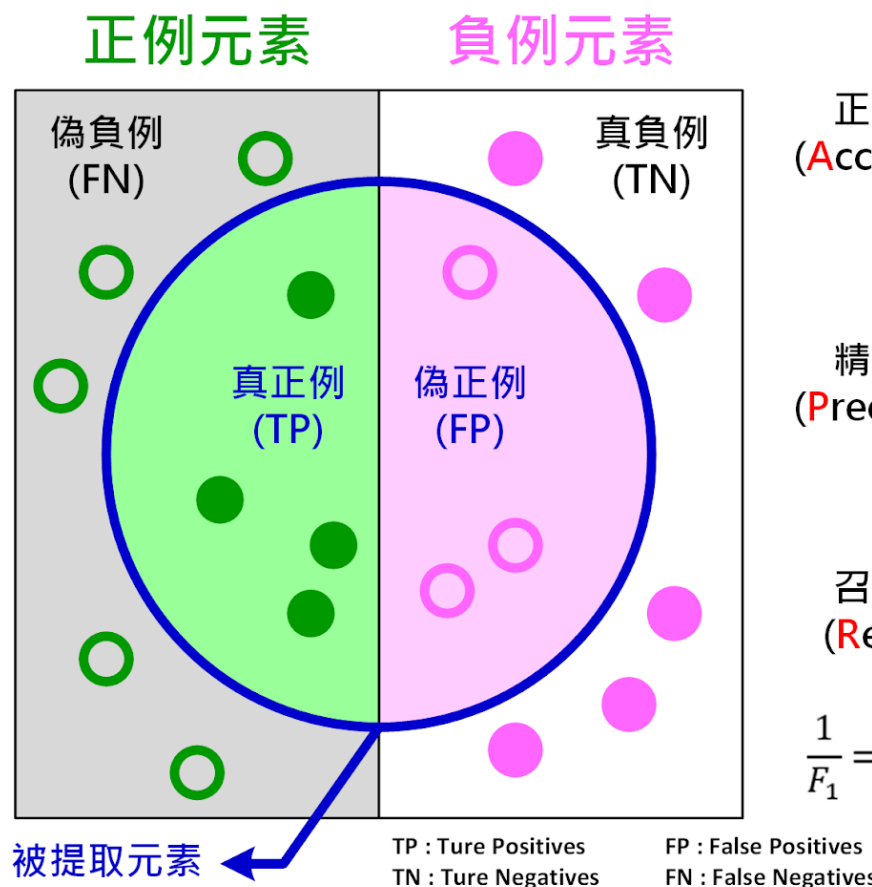
**Morph**

- 影像變形（偽造）

**Quality**

- 質量評估

# 通用評量指標



(真正例 + 真負例) / 總樣本數

正確率 (Accuracy) = /

真正例 / 被提取總數

精確率 (Precision) = /

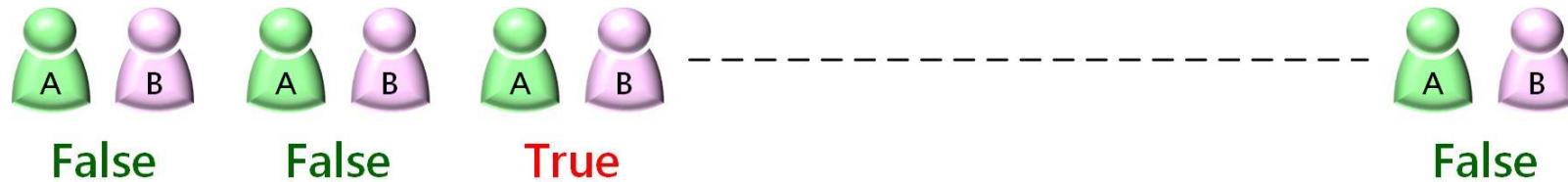
真正例 / 正例元素總數

召回率 (Recall) = /

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{P} + \frac{1}{R} \rightarrow F_1 = \frac{2PR}{P + R} = \frac{2TP}{2TP + FP + FN}$$

資料來源：<http://omnixri.blogspot.com/2019/07/aigoai.html>

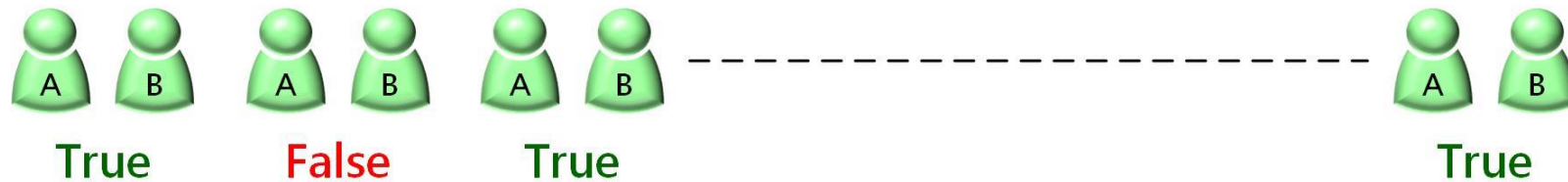
# FRVT評量指標【誤識率、拒識率】



誤識率(FMR)  
False Match Rate

$$= \frac{\text{應判False但判True數量}}{\text{所有應判False數量}}$$

( 不同人當成同一人，  
錯的人當成對的人 )



拒識率(FNMR)  
False Non-Match Rate

$$= \frac{\text{應判True但判False數量}}{\text{所有應判True數量}}$$

( 同一人當成不同人，  
對的人當成錯的人 )

OmniXRI Feb. 2021整理製作

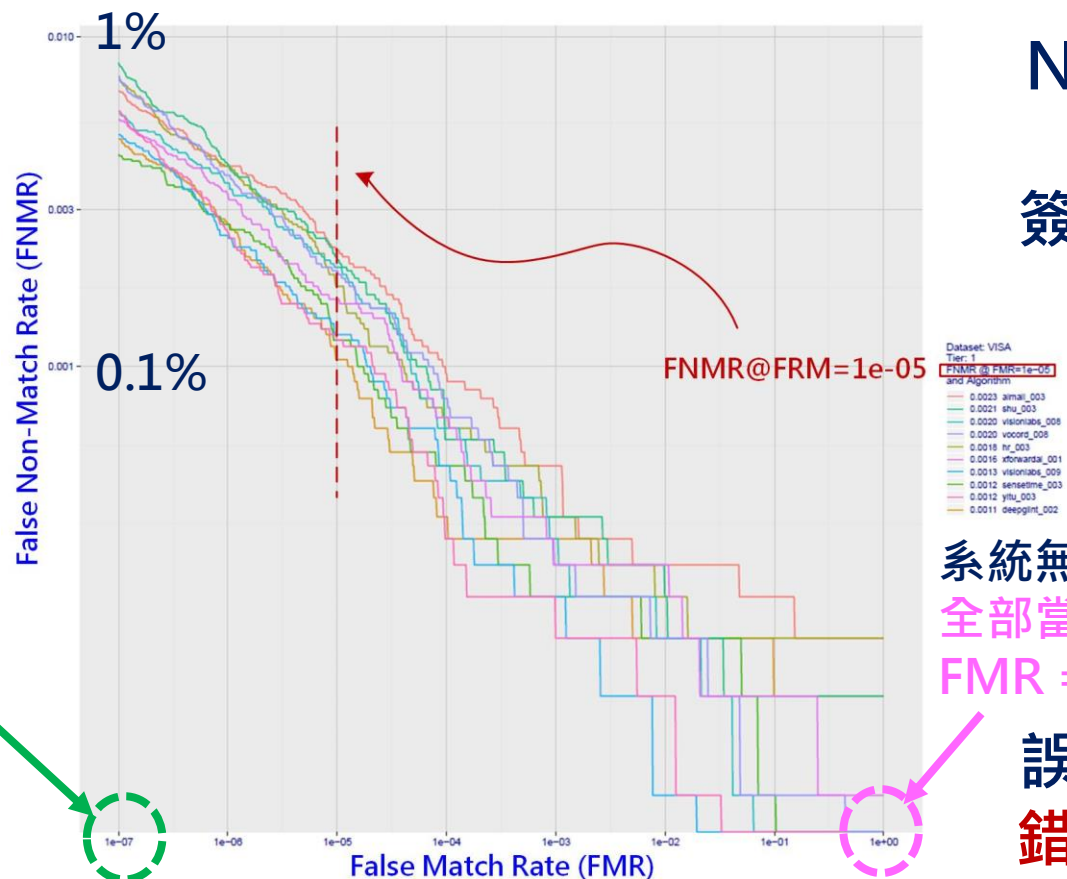
資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>



# 誤識率與拒識率關係變化

拒識率(FNMR)  
對的被當錯的

超級完美區  
誤識率極低下  
完全沒有認錯  
FNMR = 0.0 &  
FMR = 1e-07



NIST FRVT 1:1  
Report  
簽證照片(VISA)

系統無用區  
全部當成對的  
FMR = 1.0

誤識率(FMR)  
錯的被當對的

Source: NIST FRVT 1 : 1 Latest Report, 2020-10-9

圖片來源 : [https://pages.nist.gov/frvt/reports/11/frvt\\_11\\_report.pdf](https://pages.nist.gov/frvt/reports/11/frvt_11_report.pdf)

# 研華FaceView測試結果

測試設備：研華Ei-A100 (Intel Atom E3950 + Movidius Myriad X VPU MA2485)

測試環境：訊連科技FaceMe + Intel OpenVINO

檢測項目：訪客身份、性別、年齡、表情



以頭像檔案進行人臉辨識結果圖。

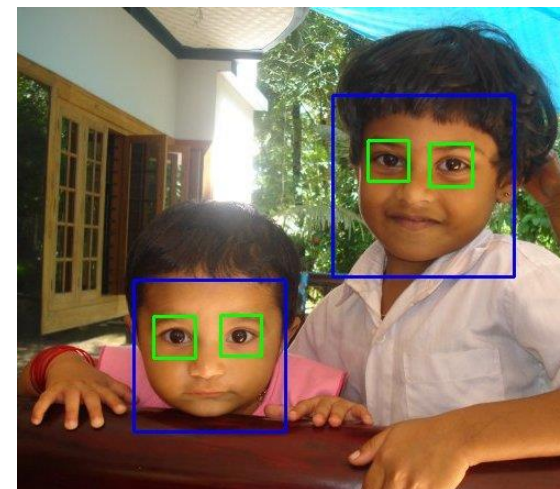
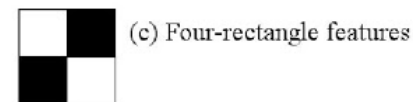
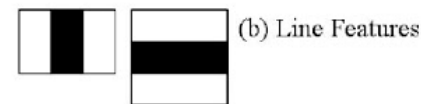


以網路攝影機取得頭像進行人臉辨識結果圖

資料來源：<https://omnixri.blogspot.com/2020/12/ai.html>

# OpenCV 人臉偵測

- 物件偵測模組(Class)
  - cv::CascadeClassifier
- Viola-Jones
- 積分影像(Integral Image)
- Adaboost(Harr-Cascade)
- /data/haarcascades/
  - Frontalface
  - Eye (left / right)
  - Body
  - Smile



資料來源：[https://docs.opencv.org/4.0.0/db/d28/tutorial\\_cascade\\_classifier.html](https://docs.opencv.org/4.0.0/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html)



# OpenCV 人臉辨識

## ➤ contrib modules(Class)

### ➤ cv::face

## ➤ 目前可用算法

### ➤ Eigenfaces

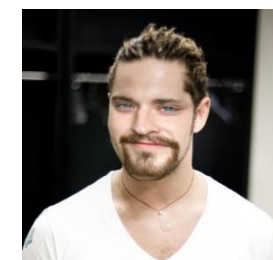
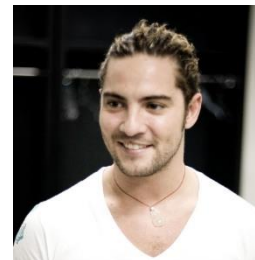
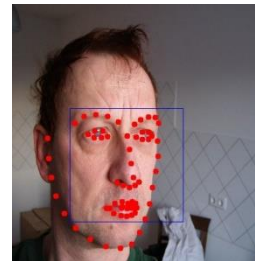
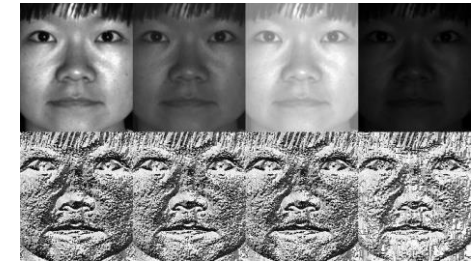
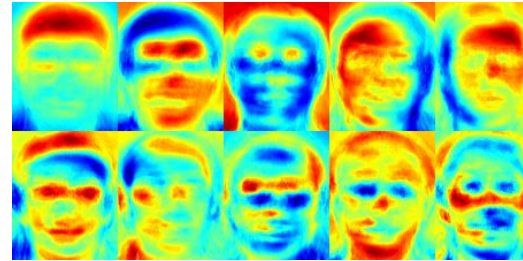
### ➤ Fisherfaces

### ➤ Local Binary Patterns Histograms

## ➤ 參考範例

### ➤ Landmark Detection

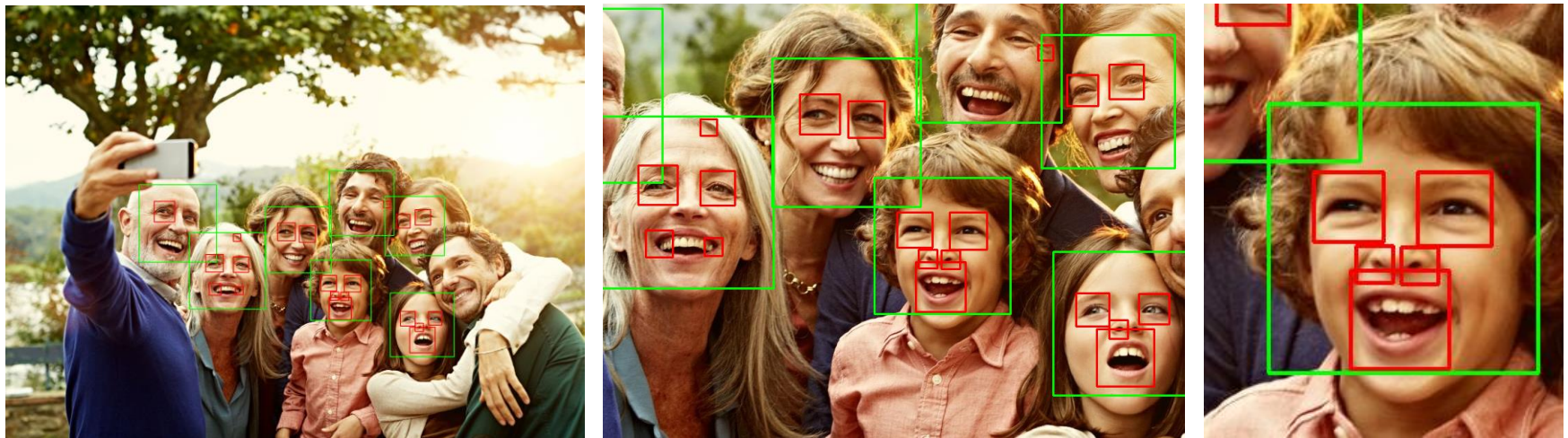
### ➤ Swap Face



資料來源：[https://docs.opencv.org/4.0.0/de/d27/tutorial\\_table\\_of\\_content\\_face.html](https://docs.opencv.org/4.0.0/de/d27/tutorial_table_of_content_face.html)

# 範例7-3-1 OpenCV人臉辨識

- 使用Haar聯級法(Cascade)偵測速度極快，但正確率不佳，有很多干擾因素，包括人臉尺寸、歪斜、轉動、光影、部份重疊、複雜背景等。



- 直接以Google Colab開啟範例，可點擊下列連結：

[https://colab.research.google.com/github/OmniXRI/NTUST\\_EdgeAI\\_2022/blob/main/Ch7\\_Implementations/Ch7-3\\_Face\\_Recognition/Ch7-3-1\\_OpenCV\\_Face\\_Detection/OpenCV\\_Haar\\_Face\\_Detection.ipynb](https://colab.research.google.com/github/OmniXRI/NTUST_EdgeAI_2022/blob/main/Ch7_Implementations/Ch7-3_Face_Recognition/Ch7-3-1_OpenCV_Face_Detection/OpenCV_Haar_Face_Detection.ipynb)

# Intel OpenVINO 人臉偵測

## ➤ Pre-Trained Models

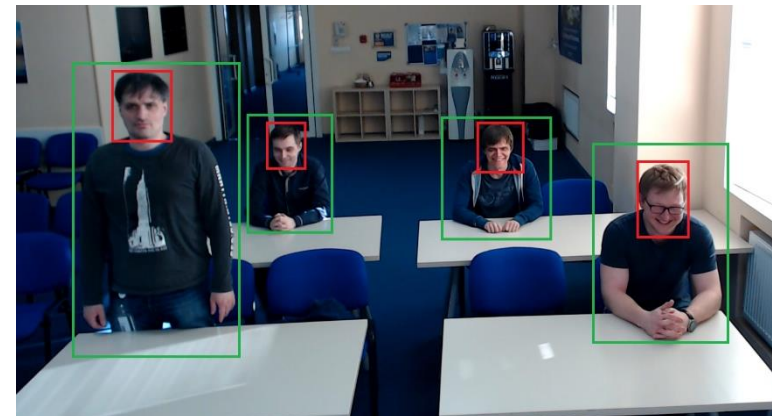
### ➤ Object Detection

- face-detection-adas-xxxx
- face-detection-retail-xxxx
- face-detection-xxxx

## ➤ Open Model Zoo

### ➤ Face Recognition

- FaceNet
- MobileFaceNet
- Face-recognition-rsesnet34-arcface
- SphereFace

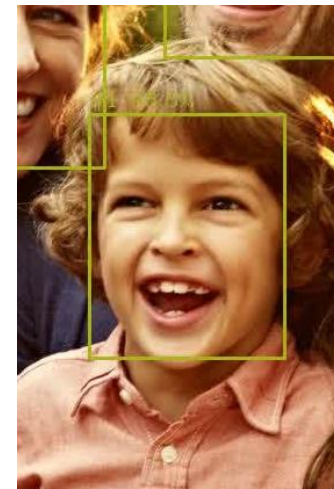


資料來源：[https://docs.openvinotoolkit.org/latest/omz\\_models\\_intel\\_index.html](https://docs.openvinotoolkit.org/latest/omz_models_intel_index.html)



# 範例7-3-2 OpenVINO人臉辨識

- 使用OpenVINO加上人臉偵測預訓練模型及物件偵測範例完成人臉偵測應用，本範例對於各種角度的人臉皆有不錯的偵測能力。



- 直接以Google Colab開啟範例，可點擊下列連結：

[https://colab.research.google.com/github/OmniXRI/NTUST\\_EdgeAI\\_2022/blob/main/Ch7\\_Implementations/Ch7-3\\_Face\\_Recognition/Ch7-3-2\\_OpenVINO\\_Face\\_Detection/Colab\\_OpenVINO\\_Face\\_Detection.ipynb](https://colab.research.google.com/github/OmniXRI/NTUST_EdgeAI_2022/blob/main/Ch7_Implementations/Ch7-3_Face_Recognition/Ch7-3-2_OpenVINO_Face_Detection/Colab_OpenVINO_Face_Detection.ipynb)

# Intel OpenVINO 人臉辨識

## ➤ Pre-Trained Model

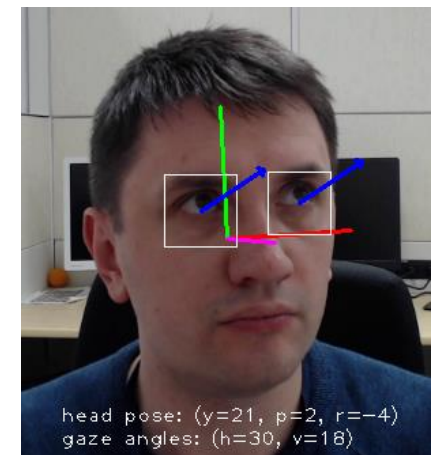
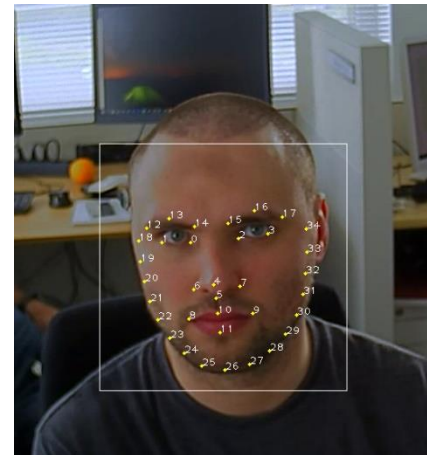
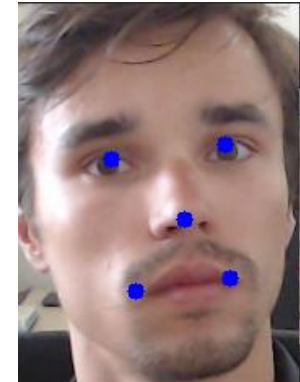
### ➤ Object Recognition

- Age-gender-recognition-retail-xxxx
- Head-pose-estimation-adas-xxxx
- Emotions-recognition-retail-xxxx
- Landmarks-regression-reteail-xxxx
- Facial-landmarks-35-adas-xxxx
- Gaze-estimation-adas-xxxx

年齡、性別、身份、頭部姿態、  
特徵點、表情、注視點等應用。



Female,18.97,Happiness,



資料來源：[https://docs.openvinotoolkit.org/latest/omz\\_models\\_intel\\_index.html](https://docs.openvinotoolkit.org/latest/omz_models_intel_index.html)

# OpenVINO ADAS人臉辨識展示

An ADAS Demo in 10 Minutes | OpenVINO™ toolkit | Ep. 60 | Intel Software



駕駛面

gaze-estimation-adas-0002  
face-detection-adas-0001  
head-pose-estimation-adas-0001  
facial-landmarks-35-adas-0002

街道面

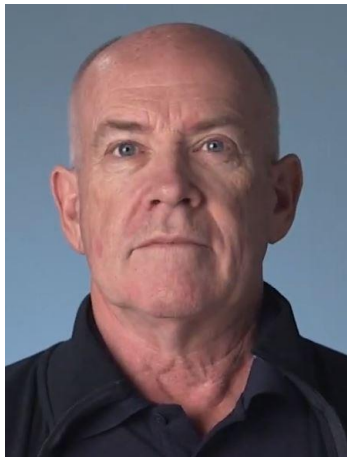
instance-segmentation-security-0050

<https://youtu.be/LtspLbUogZI>



# 範例7-3-3 OpenVINO身份辨識

- 使用OpenVINO加上人臉偵測、人臉特徵點及身份辨識預訓練模型完成身份辨識應用。



人臉資料庫



測試靜態影像 / 動態影片



測試結果

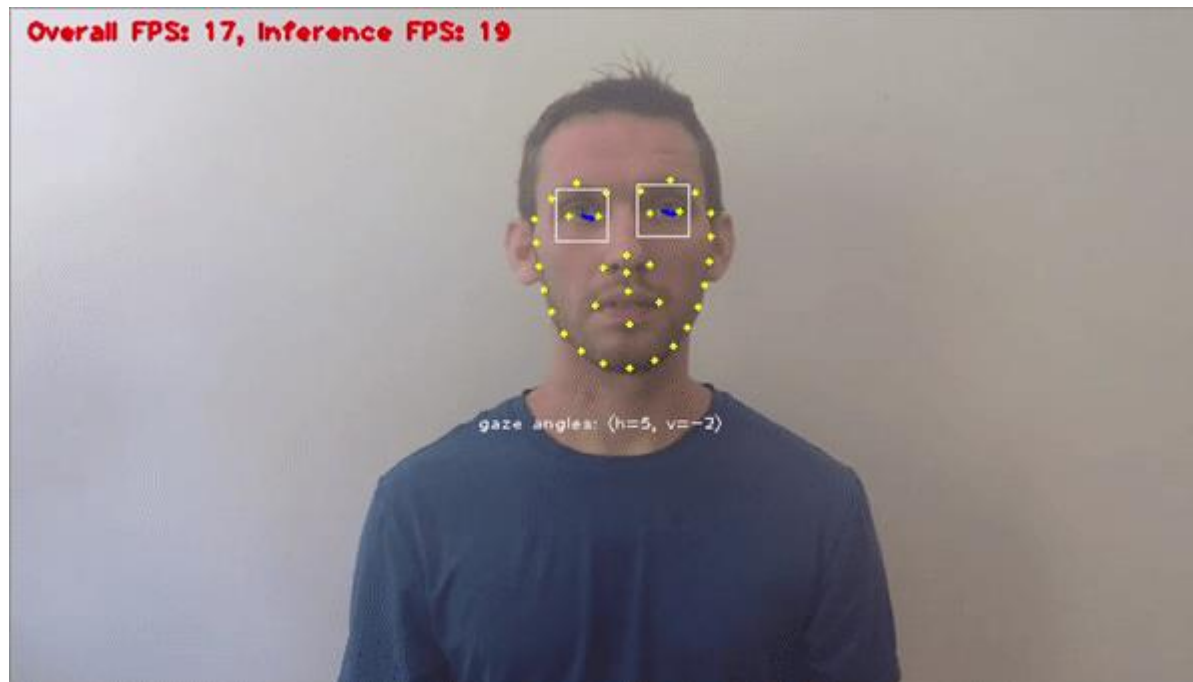
- 直接以Google Colab開啟範例，可點擊下列連結：

[https://colab.research.google.com/github/OmniXRI/NTUST\\_EdgeAI\\_2022/blob/main/Ch7\\_Implementations/Ch7-3\\_Face\\_Recognition/Ch7-3-3\\_OpenVINO\\_Face\\_Identification/Colab\\_OpenVINO\\_Face\\_Identification.ipynb](https://colab.research.google.com/github/OmniXRI/NTUST_EdgeAI_2022/blob/main/Ch7_Implementations/Ch7-3_Face_Recognition/Ch7-3-3_OpenVINO_Face_Identification/Colab_OpenVINO_Face_Identification.ipynb)

# 範例7-3-4 OpenVINO注視點偵測

- 只有支援C++，可偵測人臉特徵點(Lankmark)及眼睛注視點(Gaze)。

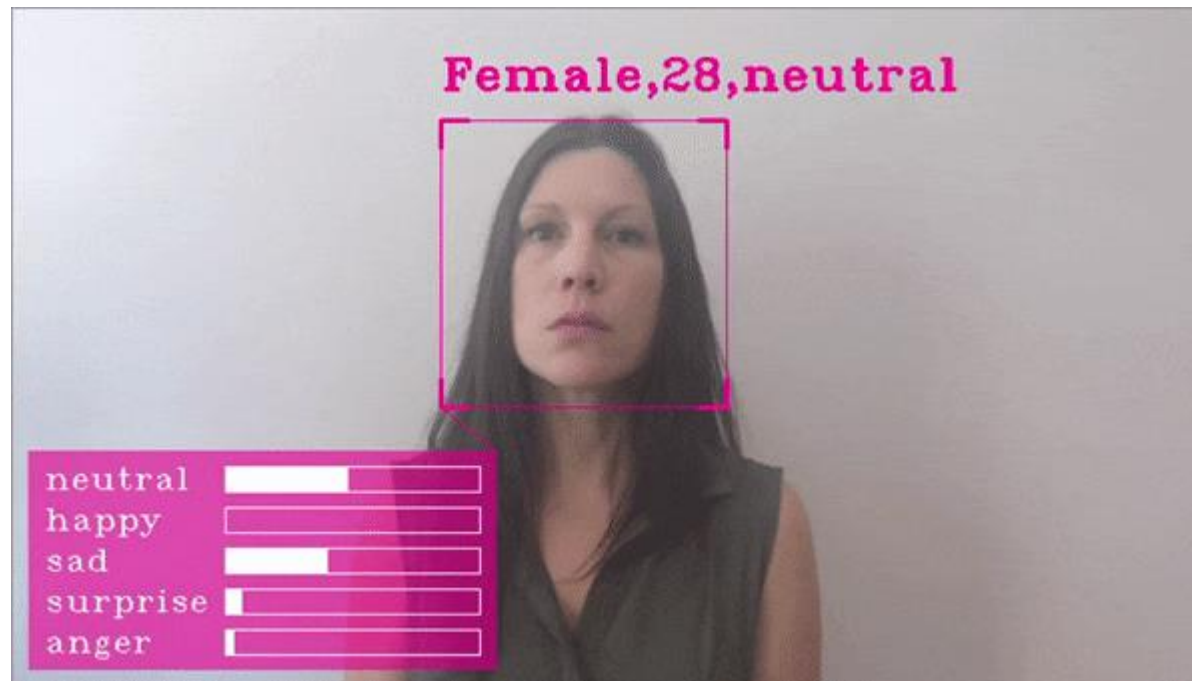
[https://docs.openvino.ai/2021.4/omz\\_demos\\_gaze\\_estimation\\_demo\\_cpp\\_gapi.html](https://docs.openvino.ai/2021.4/omz_demos_gaze_estimation_demo_cpp_gapi.html)



# 範例7-3-5 OpenVINO表情偵測

- 只有支援C++，可偵測人臉性別、年齡、表情（含程度）。

[https://docs.openvino.ai/2021.4/omz\\_demos\\_interactive\\_face\\_detection\\_demo\\_cpp.html](https://docs.openvino.ai/2021.4/omz_demos_interactive_face_detection_demo_cpp.html)



# 參考文獻

---

- 許哲豪，【課程簡報】Edge AI社聚#1 身份辨識防疫技術交流－Edge AI人臉辨識技術剖析

<https://omnixri.blogspot.com/2021/02/edge-ai1-edge-ai.html>

- 許哲豪，【開箱測試】研華科技AI人臉辨識運算智能系統

<https://omnixri.blogspot.com/2020/12/ai.html>

- National Institute of Standards and Technology (NIST), Face Recognition Vendor Test (FRVT) Ongoing

<https://www.nist.gov/programs-projects/face-recognition-vendor-test-frvt-ongoing>